

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Fumio FUTAMI, et al.

Application No.: TBA

Group Art Unit: TBA

Filed: August 19, 2003

Examiner: TBA

For: SEPARATING APPRATUS FOR TIME DIVISION MULTIPLEXED SIGNAL LIGHT, AND
OPTICAL RECEIVING APPARATUS AND OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM USING
SAME

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant submit herewith a
certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2002-238806

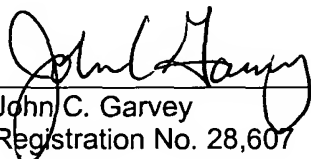
Filed: August 20, 2002

It is respectfully requested that the applicants be given the benefit of the foreign filing
date as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements
of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: 8-19-03

By: 
John C. Garvey
Registration No. 28,607

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月20日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-238806

[ST.10/C]:

[JP2002-238806]

出 願 人

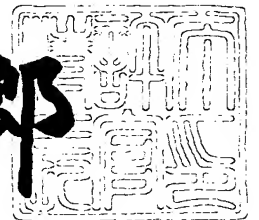
Applicant(s):

富士通株式会社

2003年 1月 7日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2002-3103494

【書類名】 特許願

【整理番号】 0153415

【提出日】 平成14年 8月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 10/06

【発明の名称】 時分割多重信号光の分離装置、並びに、それを用いた光
受信装置および光伝送システム

【請求項の数】 5

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
 株式会社内

 【氏名】 二見 史生

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
 株式会社内

 【氏名】 渡辺 茂樹

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100078330

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 笹島 富二雄

 【電話番号】 03-3508-9577

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 009232

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9719433

【プルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】時分割多重信号光の分離装置、並びに、それを用いた光受信装置
および光伝送システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の信号光を時間軸上で多重した時分割多重信号光が入力され、該時分割多重信号光を、前記信号光のビットレートの n 倍（ n は 1 を除く正の整数とする）の繰り返し周波数に従って透過率が周期的に変化する第 1 光ゲート部と、該第 1 光ゲート部に直列に接続され前記信号光のビットレートに等しい繰り返し周波数に従って透過率が周期的に変化する第 2 光ゲート部とにそれぞれ導くことにより、当該時分割多重信号光に含まれる少なくとも 1 つの信号光を時間軸上で分離する分離装置であって、

前記第 1 光ゲート部は、駆動電圧に対する光透過特性が周期的に変化する第 1 光変調器と、前記信号光のビットレートに等しい繰り返し周波数を有し、かつ、前記第 1 光変調器の周期的な光透過特性における $n/2$ 周期の電圧差に対応した電圧振幅を有する駆動信号を前記第 1 光変調器に与える第 1 駆動回路とを備えたことを特徴とする時分割多重信号光の分離装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の分離装置であって、

前記第 1 光変調器は、マッハツェンダ型光変調器であることを特徴とする時分割多重信号光の分離装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の分離装置であって、

前記第 1 駆動回路は、前記第 1 光ゲート部および前記第 2 光ゲート部を透過した信号光を基に抽出された該信号光のビットレートに等しい繰り返し周波数を有する電気クロックの位相および電圧振幅を調整して前記第 1 光変調器に与える駆動信号を生成することを特徴とする時分割多重信号光の分離装置。

【請求項 4】

複数の信号光を時間軸上で多重した時分割多重信号光が入力され、該時分割多

重信号光を基に前記信号光のビットレートに等しい繰り返し周波数のクロックを抽出するクロック抽出用ユニットと、前記時分割多重信号光に含まれる各信号光を時間軸上で分離して受信処理する信号光受信用ユニットと、を備えた光受信装置であって、

前記クロック抽出用ユニットおよび前記信号光受信用ユニットの少なくとも一方が、請求項 1 に記載した時分割多重信号光の分離装置を含むことを特徴とする光受信装置。

【請求項 5】

複数の信号光を時間軸上で多重した時分割多重信号光を光送信装置から光伝送路に送信し、該光伝送路上に配置された複数の光中継器を介して光受信装置まで中継伝送する光伝送システムであって、

前記時分割多重信号光に含まれる信号光に同期した光クロックを用いて、前記光伝送路を伝搬する時分割多重信号光の光再生処理を実行する光再生器を備え、該光再生器に与えられる光クロックが、請求項 1 に記載の分離装置により時分割多重信号光から抽出されたクロックに基づいて生成されることを特徴とする光伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、時分割多重信号光から所望の信号光を時分割分離するための分離装置、並びに、それを用いた光受信装置および光伝送システムに関し、特に、直列に接続した 2 段構成の光ゲートを利用して、信号光に同期したクロックの抽出または所望の信号光の時分割分離を行うための技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

光ファイバ通信システムで用いられる信号の変調速度は年々高速化を続けて、現在、光時分割多重技術で 10Gb/s 程度の RZ 信号光を多重した、電気帯域を遙かに上回る 100Gb/s 以上の信号速度の利用が本格的に検討されている。これらの超高速信号を用いた光通信システムでは、信号光を受信する際に、時

間軸上で多重化された信号光を時間軸上で分離しなければならない。これには、高速で安定に動作する時間スイッチが必要になる。このスイッチは、分離したい信号光が通過する時間のみ「ON」となって光を透過し、それ以外の時間には「OFF」となって信号光を遮断すればよい。例えば、100Gb/sの信号から10Gb/s信号光を時分割分離するには、ゲート時間がピコ秒程度のスイッチが必要になる。より高速の信号光から分離するためには、ゲート時間がさらに短いスイッチが不可欠である。

【0003】

時分割多重信号光の分離手法としては、例えば、信号光を光受信機で電気信号に変換し、スイッチを用いて所望の信号のみを電氣的に分離するのが一般的である。この手法は、非常に安定に動作する特長がある。しかし、分離処理を電子回路で制御しているので、応答時間がトランジスタ等の動作速度によって制限されてしまう。このため、電氣的な手法による分離装置としては40Gb/s以上の速度で動作させることが困難になる。

【0004】

時分割多重信号光の分離処理をすべて光学的に行う手法としては、例えば、光ファイバや半導体光増幅器(SOA)等の非線形媒質中で、光の強度に依存して生じる四光波混合(FWM)や相互位相変調(XPM)等の非線形効果を利用する手法が知られている。この手法は、応答時間がピコ秒からサブピコ秒のオーダーとなり高速な動作が可能になるという特長を有する。

【0005】

具体的に、SOA中のFWMを利用した手法については、例えば文献(1); IEE Electronics Letters, vol.30, issue:12, 9 June 1994, pp.981-982等で報告されている。この文献(1)に記載された手法は、6.3GHzの光クロックを別途準備し、100Gb/sの時分割多重信号光を光学的に分離した後、光クロックを光フィルタで除去している。上記の手法については、例えば文献(2); IEE Electronics Letters, vol.32, issue:9, 25 April 1996, pp.840-842において、最高速度200Gb/sが達成されている。

【0006】

また、光ファイバ中のXPMを利用した手法については、例えば文献(3); IEE Electronics Letters, vol.26, issue:14, 5 July 1990, pp.962-964等で報告されている。この文献(3)に記載された手法は、時分割多重信号光から抽出した電気クロックで駆動したファイバリングレーザから発生する光クロック（パルス幅：ピコ秒、繰り返し周波数：10GHz）を準備し、光ファイバで構成される非線形ループミラー（NOLM）において、信号光と同期した上記の光クロックと信号光との論理積をとる。そして、NOLM中で発生したXPMをカップラで強度変調に変換して、被分離信号光のみを出力ポートに出力し、残りの信号光を入射ポートに反射する。なお、NOLM中の光ファイバ等は群速度分散を精密に制御されたものを使用している。上記の手法については、例えば文献(4); IEE Electronics Letters, vol.34, issue:10, 14 May 1998, pp.1013-1014において、640Gb/sの時分割多重信号光を分離することに成功している。

【0007】

上記のような2つの手法については、高速動作が可能という特長を有するが、信号光に同期した光クロックを発生する短パルス光源と、時分割分離された光信号および光クロックを分別する光フィルタとが必要になるため、装置構成が複雑になり装置コストが高額になるという欠点がある。具体的に、短パルス光源については、ビットレートがBb/sの光信号を多重度N（N：正の整数）で時分割多重した場合には、時分割多重信号光のビットレートが $N \times Bb/s$ になるため、この信号光に同期したBHzの周波数で $(N \times B)^{-1}$ 秒より狭いパルス幅を有する光クロックを発生可能であることが要件となる。例えば、時分割多重信号光のビットレートが100Gb/sの場合には、パルス幅が10psより狭い光クロックが要求されるが、このように狭いパルスの光クロックを安定に発生する短パルス光源は一般に製造が困難である。

【0008】

上記のような短パルス光源および光フィルタが不要な別の手法として、例えば文献(5); ECOC'99, 1999, Postdeadline Paper, pp.28-30等においては、印加電界により光吸収係数が変化する電界吸収効果を用いた光変調器を直列に接続して時分割多重信号光の分離を行う技術が報告されている。

図 1 5 は、上記の文献(5)に記載された時分割多重信号光の分離装置を示す構成図である。この分離装置では、時分割多重信号光が 2 分岐されて、一方の分岐光がクロック抽出側のユニット 1 0 0 A に与えられ、他方の分岐光が信号光の時分割分離側のユニット 1 0 0 B に与えられる。クロック抽出側および信号光分離側の各ユニット 1 0 0 A, 1 0 0 B は、1 6 0 G b / s の時分割多重信号光を 1 0 G b / s に分離する点で共通しており、電界吸収型光変調器 (E A 変調器) を用いた 2 つの光ゲート 1 0 1, 1 0 2 が直列に接続されている。

【 0 0 0 9 】

前段の光ゲート 1 0 1 は、信号光と同期した 2 0 G H z の繰り返し周波数を有する電気クロックにより E A 変調器を駆動することで光スイッチとして動作する。この 2 0 G H z の電気クロックは、後述するクロック抽出側の受光器 1 0 3 から電気バンドパスフィルタ (B P F) 1 0 4 を介して帰還される 1 0 G H z の基本周波数を持つ電気信号を基に、その電気信号の周波数を周波数ダブラ 1 0 5 によって 2 倍の 2 0 G H z に変換し、その 2 0 G H z 成分を電気増幅器 1 0 6 で所要のレベルまで増幅して生成されたクロック信号である。また、後段の光ゲート 1 0 2 は、信号光と同期した 1 0 G H z の繰り返し周波数を有する電気クロックにより E A 変調器を駆動することで光スイッチとして動作する。この 1 0 G H z の電気クロックは、上記の受光器 1 0 3 から帰還される基本周波数の電気信号を電気増幅器 1 0 7 で所要のレベルまで増幅して生成されたクロック信号である。

【 0 0 1 0 】

上記のような分離装置では、各ユニット 1 0 0 A, 1 0 0 B において、1 6 0 G b / s の時分割多重信号光が前段の光ゲート 1 0 1 を通過して 2 0 G b / s の信号光に時分割分離され、続いて、後段の光ゲート 1 0 2 を通過して 1 0 G b / s の信号光に時分割分離される。クロック抽出側のユニット 1 0 0 A では、1 0 G b / s に分離された信号が受光器 1 0 3 で電気信号に変換された後に、B P F 1 0 4 で 1 0 G H z 成分が抽出され、その抽出された電気信号の位相が複数の移相器 1 0 8 で適宜に調整されて各ユニット 1 0 0 A, 1 0 0 B の 2 つの光ゲート 1 0 1, 1 0 2 に向けて帰還される。一方、信号光分離側のユニット 1 0 0 B で

は、時分割分離された信号光が 10Gb/s の光受信機 109 に導かれて所要の受信処理が行われる。

【0011】

上記のような 2 段構成の EA 変調器を利用した手法については、例えば文献(6); IEEE Photonics letters, vol.12, no.10, pp.1400-1402 において、直交偏波多重した 320Gb/s の時分割多重信号光を偏波分離して 160Gb/s 相当とした後に、直列接続した 2 つの EA 変調器で時分割分離する技術も報告されている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の図 15 に示したような 2 段構成の EA 変調器により時分割多重信号光を分離する従来の手法では、前段の光ゲート 101 において、光ゲート時間を短くするために 10GHz の基本周波数を 2 通倍した 20GHz の電気クロックを駆動信号として用いるようにしているが、この 20GHz の電気クロックを実現するために周波数ダブラ 105 および 20GHz 用の電気増幅器 106 が必要になるため、装置の構成の複雑化および高コスト化などを招いてしまうという欠点がある。

【0013】

本発明は上記の点に着目してなされたもので、時分割多重信号光を光のまま安定に時分割分離することのできる簡易な構成の分離装置を提供すると共に、それを用いた光受信装置および光伝送システムを提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、本発明による時分割多重信号光の分離装置は、複数の信号光を時間軸上で多重した時分割多重信号光が入力され、該時分割多重信号光を、前記信号光のビットレートの n 倍 (n は 1 を除く正の整数とする) の繰り返し周波数に従って透過率が周期的に変化する第 1 光ゲート部と、該第 1 光ゲート部に直列に接続され前記信号光のビットレートに等しい繰り返し周波数に従って透過率が周期的に変化する第 2 光ゲート部とにそれぞれ導くことにより、当

該時分割多重信号光に含まれる少なくとも1つの信号光を時間軸上で分離する分離装置であって、前記第1光ゲート部が、駆動電圧に対する光透過特性が周期的に変化する第1光変調器と、前記信号光のビットレートに等しい繰り返し周波数を有し、かつ、前記第1光変調器の周期的な光透過特性における $n/2$ 周期の電圧差に対応した電圧振幅を有する駆動信号を前記第1光変調器に与える第1駆動回路とを備えるようにしたものである。

【0015】

かかる構成の分離装置では、信号光のビットレートに等しい繰り返し周波数を有する駆動信号であって、その電圧振幅が第1光変調器の周期的な光透過特性の $n/2$ 周期の電圧差に対応した駆動信号に従って第1光変調器が駆動されることにより、第1光ゲート部は、信号光のビットレートの n 倍の繰り返し周波数に従って動作する光スイッチとして機能するようになり、信号光のビットレートと同じ繰り返し周波数のクロックを過倍する必要なく第1光ゲート部を駆動することができるようになる。これにより、分離装置の構成の簡略化および低コスト化を図ることが可能になる。

【0016】

上記の分離装置の具体的な構成として、第1光変調器は、マッハツェンダ型光変調器を用いることが可能である。また、第1駆動回路は、第1、2光ゲート部を透過した信号光を基に抽出された該信号光のビットレートに等しい繰り返し周波数を有する電気クロックの位相および電圧振幅を調整して第1光変調器に与える駆動信号を生成するようにしてもよい。

【0017】

本発明による光受信装置は、複数の信号光を時間軸上で多重した時分割多重信号光が入力され、該時分割多重信号光を基に前記信号光のビットレートに等しい繰り返し周波数のクロックを抽出するクロック抽出用ユニットと、前記時分割多重信号光に含まれる各信号光を時間軸上で分離して受信処理する信号光受信用ユニットと、を備えた光受信装置であって、前記クロック抽出用ユニットおよび前記信号光受信用ユニットの少なくとも一方が、上述したような本発明による時分割多重信号光の分離装置を含むようにしたものである。

【 0 0 1 8 】

かかる構成の光受信装置では、上述したような時分割多重信号光の分離装置を用いて、時分割多重信号光からのクロックの抽出もしくは各信号光の時分割分離またはその両方の処理が行われるようになる。これにより、簡略な構成で低価格の光受信装置を実現することが可能になる。

上述したような時分割多重信号光の分離装置やそれを用いた光受信装置は、多数の信号光を時分割多重して伝送する超高速の光伝送システムを構築するのに有用である。このような光伝送システムの具体的な態様については、以下の実施の形態で詳しく説明することにする。

【 0 0 1 9 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図 1 は、本発明かかる時分割多重信号光の分離装置についての一実施形態の構成を示すブロック図である。

図 1 において、本分離装置は、例えば、 Bb/s の信号光が多重度 N で時分割多重された $N \times Bb/s$ の時分割多重信号光が入力される第 1 光ゲート部としてのマッハツェンダ型変調器（以下、MZ 変調器とする）1 と、MZ 光変調器 1 を透過して時分割分離された信号光が入力される第 2 光ゲートとしての光変調器 2 と、光変調器 2 を透過して時分割分離された信号光が入力される受光器 3 と、受光器 3 で光電変換された電気信号が入力されるバンドパスフィルタ（BPF）4 と、MZ 光変調器 1 を駆動する駆動回路 5 と、光変調器 2 を駆動する駆動回路 6 と、を備えて構成される。本分離装置は、図中の破線で示すように、 $N \times Bb/s$ の時分割多重信号光から BHz の電気クロックを抽出するための装置として、または、 $N \times Bb/s$ の時分割多重信号光から所望の Bb/s の信号光を時分割分離して受信電気信号を生成するための装置として用いられる。

【 0 0 2 0 】

MZ 光変調器 1 は、基板 1 a 上に形成された光導波路 1 b に入射された光が 2 分岐され、各々の光が分岐導波路を伝搬する際に電極 1 c に印加される駆動電圧に応じて生じる電気光学効果により異なる位相変化を受け、その後に合波干渉さ

れて出力されるマッハツェンダ干渉計を利用した周知の光変調器である。このMZ型光変調器1は、例えば図2に示すように、駆動電圧に対する光透過特性が周期的に変化する特性を備えている。本実施形態では、このMZ型光変調器1の周期的な光透過特性に注目して、後述するようにMZ型光変調器1に印加する駆動電圧の振幅を $2 \times V_{\pi}$ に調整することによって、受光器3からBPF4を介して帰還される電気クロックの繰り返し周波数BHzを2通倍することなく $2 \times B_b / s$ の信号光を時分割分離できるようにしている。

【0021】

上記MZ光変調器1の基板1aとしては、例えばニオブ酸リチウム (lithium niobate; LiNbO_3) 等の電気光学効果を有する公知の基板材料を使用することができる。また、例えばインジウム燐 (InP) 等を基板1aの材料として用いるようにすれば、偏光無依存のMZ光変調器が実現されるようになるため、主に受信側に適用されて偏光状態が変化する信号光を受けることになる本分離装置のMZ光変調器1として好適である。上記のようなインジウム燐を材料にした偏光無依存のMZ光変調器は、例えば文献(7); IEE Electronics Letters, vol.35, pp.730 -731, 1999等で公知のものである。

【0022】

なお、図1では、MZ光変調器1の構成として、一方の分岐導波路に沿った電極に対して電気クロックに応じた駆動電圧が印加され、他方の分岐導波路に沿った電極は接地される一例を示したが、本発明で用いられるMZ光変調器の構成はこれに限られるものではなく、例えば、各分岐導波路に沿った各々の電極に対して位相が略 180° 異なる駆動電圧が印加されるなどといった各種の公知の構成を適用することが可能である。

【0023】

光変調器2は、前述の図15に示した従来の構成における第2光ゲート102と同様の機能を実現するものであって、受光器3からBPF4を介して帰還されるBHzの電気クロックに基づいて駆動回路6により駆動され、MZ光変調器1を透過した $2 \times B_b / s$ の信号光から B_b / s の信号光を時分割分離することが可能な光デバイスである。この光変調器2としては、例えば図3に示すように、

駆動電圧の減少に応じて光吸収係数が増大し透過率が単調に減少する特性を備えた E A 変調器を使用することができる。また、前述の図 2 に示したような光透過特性を備えた M Z 光変調器を光変調器 2 として使用することも可能である。光変調器 2 として M Z 光変調器を適用する場合、後述するように B H z の電気クロックに基づいて生成される駆動電圧の振幅を $V\pi$ に調整することで、B b / s の信号光の時分割分離が可能になる。なお、ここでは光変調器 2 の具体例として E A 変調器および M Z 光変調器を挙げたが、本発明において B b / s の信号光を時分割分離する光ゲート（光変調器）は上記の一例に限定されるものではない。

【 0 0 2 4 】

受光器 3 は、光変調器 2 を透過した B b / s の信号光を受光して電気信号に変換する一般的な受光デバイスである。この受光器 3 で発生する電気信号は、ここでは B P F 4 に出力される。B P F 4 は、受光器 3 からの電気信号に含まれる繰り返し周波数が B H z の成分を抽出し、それを電気クロックとして各駆動回路 5 , 6 にそれぞれ出力する。

【 0 0 2 5 】

駆動回路 5 は、例えば、移相器 5 a、電気増幅器 5 b、直流電源 5 c およびバイアスティ 5 d を有する。移相器 5 a は、M Z 光変調器 1 で時分割分離する信号光の通過タイミングに応じて、B P F 4 から送られてくる B H z の電気クロックの位相を可変にシフトさせて出力する。電気増幅器 5 b は、移相器 5 a で位相調整された B H z の電気クロックを増幅して、その電圧振幅が $2 \times V\pi$ に相当する値となるように調整する。直流電源 5 c は、M Z 光変調器 1 の動作点を設定するバイアス電圧を発生する。バイアスティ 5 d は、電気増幅器 5 b で電圧振幅が $2 \times V\pi$ に調整された B H z の電気信号に直流電源 5 c からのバイアス電圧を与えた駆動信号を、M Z 光変調器 1 の一方の分岐導波路に沿った電極 1 c の一端に印加する。なお、 $2 \times V\pi$ の駆動信号が印加される電極 1 c の他端はインピーダンス整合されて終端されている。

【 0 0 2 6 】

駆動回路 6 は、上記の駆動回路 5 の構成と同様に、移相器 6 a、電気増幅器 6 b、直流電源 6 c およびバイアスティ 6 d を有する。移相器 6 a は、光変調器 2

で時分割分離する信号光の通過タイミングに応じて、B P F 4 から送られてくる B H z の電気クロックの位相を可変にシフトさせて出力する。電気増幅器 6 b は、移相器 6 a で位相調整された B H z の電気クロックを増幅して出力する。具体的に、光変調器 2 として前述の図 3 に示したような光透過特性を有する E A 変調器が用いられる場合、移相器 6 a からの電気クロックの電圧振幅が約 3 ～ 4 V に調整されるように、電気増幅器 6 b は電気クロックを増幅する。また、光変調器 2 として前述の図 2 に示したような光透過特性を有する M Z 光変調器が用いられる場合には、移相器 6 a からの電気クロックの電圧振幅が $V \pi$ に相当する値となるように、電気増幅器 6 b は電気クロックを増幅する。直流電源 6 c は、光変調器 2 の動作点を設定するバイアス電圧を発生する。バイアスティ 6 d は、電気増幅器 6 b で電圧振幅が調整された B H z の電気信号に直流電源 6 c からのバイアス電圧を与えた駆動信号を光変調器 2 に印加する。

【 0 0 2 7 】

次に、上記のような構成を備えた分離装置の動作について説明する。

まず、M Z 光変調器 1 の光ゲート特性について詳しく説明する。前述の図 2 に示したように、M Z 光変調器 1 の透過率は印加される駆動電圧に対して周期的に変化する。このような周期的な光透過特性を有する M Z 光変調器は、通常、光送信機等において光の強度変調器として使用される場合が多い。この場合、例えば図 4 に示すように、周期的な光透過特性において透過率が最大になる点と最小になる点の間の電圧差（一般にこの電圧差を $V \pi$ とする場合が多い）に対応するように、M Z 光変調器に印加する駆動信号（変調信号）の電圧振幅が調整される。このように電圧振幅が $V \pi$ に調整された駆動信号の繰り返し周波数を B H z とすると、M Z 光変調器からは B b / s のビットレートで強度変調された信号光が出力されるようになる。

【 0 0 2 8 】

上記のように M Z 光変調器を $V \pi$ の電圧振幅で駆動する一般的な方式に対して、本実施形態の分離装置における M Z 光変調器 1 は、例えば図 5 に示すように、周期的な光透過特性において 1 周期の電圧差に対応する $2 \times V \pi$ の電圧振幅、すなわち、透過率が最小になる（または最大になる）隣り合う 2 点間の電圧差に対

応させて電圧振幅が調整された駆動信号により駆動される。具体的には、受光器 3 から B P F 4 を介して駆動回路 5 に帰還される B H z の電気クロックが電気増幅器 5 b で増幅されることでその電圧振幅が $2 \times V \pi$ に調整される。また、 $2 \times V \pi$ に振幅調整された電気クロックに対しては、直流電源 5 c からのバイアス電圧がバイアスティ 5 d を介して与えられることで、M Z 光変調器 1 での透過率が最小値と最大値の間で周期的に変化するように動作点も調整される。これにより、M Z 光変調器 1 は、B H z の電気クロックを 2 通倍することなく、図 5 の右上に示すように $2 \times B H z$ の光ゲートとして動作するようになる。

【 0 0 2 9 】

上記のように $2 \times V \pi$ の電圧振幅で駆動される M Z 光変調器 1 を $2 \times B H z$ の光ゲートとして用いた本分離装置では、例えば図 6 の上段に示すような $N \times B b / s$ の時分割多重信号光が入力されると、その時分割多重信号光は、 $2 \times B H z$ の光ゲートとして動作する M Z 光変調器 1 と、B H z の光ゲートとして動作する光変調器 2 とに順に与えられ、各光ゲートを透過した信号光は受光器 2 に送られる。受光器 3 に到達した信号光は光電変換されて電気信号となり、その電気信号に含まる B H z 成分が B P F 4 で抽出されて電気クロックとして各駆動回路 5, 6 に帰還され、M Z 光変調器 1 および光変調器 2 の駆動制御に用いられる。

【 0 0 3 0 】

ここで、上記の図 6 に例示したように、 $N \times B b / s$ の時分割多重信号光に含まれる $B b / s$ の信号光（チャンネル）のうちで、例えば 1 番のチャンネルを時分割分離する場合についての制御動作を説明することにする。時分割多重信号光から 1 番のチャンネルの信号光を時分割分離するためには、その 1 番の信号光の通過タイミングにそれぞれ同期させて、M Z 光変調器 1 による $2 \times B H z$ の光ゲート特性と光変調器 2 による B H z の光ゲート特性と制御する必要がある。このため本分離装置では、受光器 3 から B P F 4 を介して各駆動回路 5, 6 に帰還される電気クロックの位相が各移相器 5 a, 6 a でそれぞれ調整される。これにより、1 番の信号光が M Z 光変調器 1 および光変調器 2 をそれぞれ通過するタイミングに略一致して、M Z 光変調器 1 および光変調器 2 の各透過率がそれぞれ最大となるように制御される。

【 0 0 3 1 】

MZ 光変調器 1 では、その透過率が図 6 の下段に示したように $2 \times BHz$ の繰り返し周波数で最大になるため、1 番の信号光が周期的に通過するタイミングの中間のタイミングでも他のチャネルの信号光が MZ 光変調器 1 で時分割分離される。また、MZ 光変調器 1 における光ゲート時間が、分離される時分割多重信号光のチャネル間隔よりも長い場合には、1 番の信号光に隣接する信号光の成分も漏れてくることになる。このような 1 番の信号光以外の不要な光成分は、MZ 光変調器 1 を透過した信号光が、図 6 の下段に示したように 1 番の信号光の通過タイミングに同期した BHz の光ゲートとして動作する光変調器 2 に与えられることにより取り除かれ、1 番の信号光のみが時分割分離されて光変調器 2 から出力されるようになる。

【 0 0 3 2 】

上記のように本実施形態の分離装置によれば、上述の図 1 5 に示した従来の構成のように周波数ダブラを設ける必要がなくなるため構成の簡略化を図ることが可能になる。また、 $2 \times BHz$ 用の電気増幅器に代えて BHz 用の電気増幅器を使用することができるため、超高速信号光に対応した分離装置を容易に実現でき装置コストの低減を図ることも可能になる。

【 0 0 3 3 】

なお、上記の実施形態では、 $2 \times V\pi$ の電圧振幅で駆動されることにより $2 \times BHz$ の光ゲートとして動作する MZ 光変調器 1 が、 BHz の光ゲートとして動作する光変調器 2 の前段に配置される構成を例示したが、本発明はこれに限らず、光変調器 2 の後段に MZ 光変調器 1 を配置するようにしても同様の効果を得ることが可能である。

【 0 0 3 4 】

また、受光器 3 から BPF 4 を介して各駆動回路 5, 6 に帰還される BHz の電気クロックの位相が、各々の駆動回路 5, 6 内に設けられた移相器 5 a, 6 a でそれぞれ調整される構成例を示したが、MZ 光変調器 1 および光変調器 2 に対する各駆動信号の位相を調整するための構成は上記の一例に限定されるものではなく、例えば図 7 (A) ~ (E) の概略図に示すような移相器の配置も可能であ

る。なお、図 7 では、移相器の配置を分かり易く示すために、各駆動回路 5, 6 および B P F 4 の図示を省略している。

【 0 0 3 5 】

具体的に、図 7 (A) の構成例では、M Z 光変調器 1 および光変調器 2 に対する電気クロックの位相を移相器 7 A によりまとめて調整した後に、M Z 光変調器 1 に対する電気クロックの位相のみを移相器 7 B で調整するようにしている。また、図 7 (B) の構成例では、上記の場合と同様に移相器 7 A でまとめて位相調整された電気クロックについて、光変調器 2 に対する電気クロックの位相のみを移相器 7 C で調整するようにしている。さらに、図 7 (C) の構成例では、M Z 光変調器 1 に対する電気クロックの位相を移相器 7 B により調整するようにし、光変調器 2 側の位相調整については、M Z 光変調器 1 と光変調器 2 の間に配置した光移相器 7 D (光学的な遅延回路) により行うようにしている。この光移相器 7 D の配置については、図 7 (D) の光移相器 7 E に示すように光変調器 2 と受光器 3 の間に設けるようにしてもよい。また、図 7 (E) の構成例に示すように、上記の光移相器 7 D, 7 E を組み合わせて M Z 光変調器 1 および光変調器 2 に対する位相調整を光学的に行うことも可能である。

【 0 0 3 6 】

さらに、上記の実施形態では、各駆動回路 5, 6 に帰還される電気クロックが正弦波の信号波形を有するものとして説明を行ったが、本発明において M Z 光変調器 1 および光変調器 2 を駆動する信号の波形は正弦波に限定されるものではない。例えば、B P F 4 で抽出される B H z の電気クロックに所要の信号処理を施して立ち上がりおよび立下りの急峻な矩形波を生成し、その矩形波に整形された電気クロックに基づいて M Z 光変調器 1 および光変調器 2 を駆動するようにしてもよい。この場合、M Z 光変調器 1 および光変調器 2 における各光ゲート特性がより急峻に変化するようになる。

【 0 0 3 7 】

加えて、上記の実施形態では、信号光のビットレート B の 2 倍の繰り返し周波数に従って第 1 光ゲート部としての M Z 光変調器 1 の透過率が周期的に変化するように設定したが、本発明はこれに限らず、信号光のビットレートの 2 倍以上の

繰り返し周波数に従ってMZ光変調器1の透過率が変化するようにしてもよい。例えば、信号光のビットレートの3倍の繰り返し周波数に従ってMZ光変調器1の透過率を変化させる場合には、図8に示すように、MZ光変調器1の周期的な光透過特性における1.5周期の電圧差に対応する $3 \times V_{\pi}$ の電圧振幅の駆動信号をMZ光変調器1に与えるようにすればよい。この場合、 $3 \times B$ Hzの光ゲートとして動作するMZ光変調器1と、 B Hzの光ゲートとして動作する光変調器2とが、図9に示すようなタイミングで互いに動作することによって、 $N \times B$ b/sの時分割多重信号光から B b/sの信号光を信号光が分離されるようになる。このように本発明は、第1光ゲート部について、信号光のビットレート B の2倍以上、すなわち一般化すると、 n を1を除いた正の整数として n 倍の繰り返し周波数に従って透過率が変化するように、第1光変調器の周期的な光透過特性における $n/2$ 周期の電圧差に対応した電圧振幅を有する駆動信号を第1光変調器に与える構成とすることが可能である。

【0038】

次に、上記のような本発明による分離装置を用いた光受信装置について説明する。

図10は、本発明による光受信装置の一実施形態の概略構成を示すブロック図である。なお、前述の図1に示した構成と同様の部分には同じ符号を付して説明を省略するものとし、以下、他の図面においても同様とする。

【0039】

図10において、本光受信装置は、例えば、 B b/sの信号光が多重度 N で時分割多重された $N \times B$ b/sの時分割多重信号光が入力され、その時分割多重信号光を2分岐して出力する光カプラ8と、光カプラ8から出力される一方の分岐光を基に B Hzの電気クロックを抽出するクロック抽出用ユニット10Aと、光分岐器8から出力される他方の分岐光から所望の B b/sの信号光を時分割分離して受信電気信号を生成する信号光受信用ユニット10Bとを備え、クロック抽出用および信号光受信用の各ユニット10A、10Bが、前述の図1に示した分離装置と基本的に同様の構成をそれぞれ有するようにしたものである。

【0040】

ただし、信号光受信用ユニット 1 0 B については、図 1 の構成における受光器 3 および B P F 4 に代えて光受信機 9 が設けられ、クロック抽出用ユニット 1 0 A で抽出された B H z の電気クロックの位相および電圧振幅を調整して M Z 光変調器 1 および光変調器 2 が駆動されるようにしている。光受信機 9 は、 $2 \times B H z$ の光ゲートとして動作する M Z 光変調器 1 および B H z の光ゲートとして動作する光変調器 2 を順に透過して時分割分離された所望の B b / s の信号光を受信し電気信号に変換して B b / s の受信電気信号を生成するものである。この光受信機 9 から出力される受信電気信号は、ここでは図示を省略したが等化増幅回路や識別回路等に送られて周知の受信処理が施されるものとする。

【 0 0 4 1 】

上記のような構成の光受信装置では、前述の図 1 に示した分離装置の場合と同様にして、クロック抽出用ユニット 1 0 A における M Z 光変調器 1 および光変調器 2 が $2 \times B H z$ の光ゲートおよび B H z の光ゲートとしてそれぞれ動作し、各々の光ゲートを透過して時分割分離された B b / s の信号光が受光器 3 で受光されて、その B H z 成分が B P F 4 を通過して各駆動回路 5, 6 に帰還されることにより、B H z の電気クロックが安定して抽出される。

【 0 0 4 2 】

また、信号光受信用ユニット 1 0 B においては、クロック抽出側の B P F 4 を通過した B H z の電気クロックが各駆動回路 5, 6 に送られて、その電気クロックの位相および電圧振幅がそれぞれ調整される。これにより、信号光受信側についても M Z 光変調器 1 が $2 \times V \pi$ の電圧振幅で駆動されて $2 \times B H z$ の光ゲートとして動作し、光変調器 2 が B H z の光ゲートとして動作して、所望の B b / s の信号光が時分割分離されて光受信機 9 で受信されるようになる。

【 0 0 4 3 】

なお、上記のような光受信装置では、偏光状態の変化する時分割多重信号光が入力されることが想定されるため、任意の偏光状態の時分割多重信号光から所望の信号光を時分割分離できるようにするのが有用である。このためには、例えば、前述したようにインジウム燐 (I n P) 等を材料にした偏光無依存型の M Z 光変調器 1 を使用するのが好ましい。また例えば、一般的な偏光依存性のある M Z

光変調器 1 の前段に能動的な偏光制御器を挿入して、MZ 光変調器 1 に入力される時分割多重信号光の偏光状態が一定となるように制御することも可能である。具体的には、MZ 光変調器 1 の前段に、例えば $\lambda/4$ 波長板、 $\lambda/2$ 波長板およびアナライザを順に配置して時分割多重信号光を通過させ、アナライザから出力される信号光のパワーを観測して、その観測結果を $\lambda/4$ 波長板および $\lambda/2$ 波長板に帰還することで、MZ 光変調器 1 に送られる時分割多重信号光の偏光状態を一定に制御するようにしてもよい。なお、上記のような能動的な偏光制御器としては、例えば駿河精機社製の偏光補償器 (VPAC-100) などを利用することができる。

【 0 0 4 4 】

上記のように本実施形態の光受信装置によれば、上述の図 1 5 に示した従来の場合に比べて簡略な装置構成により、 $N \times B b / s$ の時分割多重信号光から $B b / s$ の信号光を時分割分離して受信処理することができる。これにより、超高速の時分割多重信号光に対応した光受信装置を容易かつ低コストで提供することが可能になる。

【 0 0 4 5 】

なお、上記の図 1 0 に示した光受信装置によって 1 番から N 番までのいずれかの信号光を時分割分離するためには、各信号光の番号に対応させた各々の時間帯ごとに $B H z$ の電気クロックの位相調整を行うようにすればよい。

次に、本発明による光受信装置の他の実施形態について説明する。

図 1 1 は、本発明による光受信装置の他の実施形態の概略構成を示すブロック図である。

【 0 0 4 6 】

図 1 1 において、本光受信装置は、前述の図 1 0 に示した光受信装置の構成をモジュール化して、 $N \times B b / s$ の時分割多重信号光に含まれる 1 番から N 番までの各信号光にそれぞれ対応させて N 個の光受信モジュール 1 0 - 1, 1 0 - 2, \dots 1 0 - N を設けたものである。各光受信モジュール 1 0 - 1 ~ 1 0 - N の光カプラ 8 には、光分岐器 1 1 で N 分岐された $N \times B b / s$ の時分割多重信号光がそれぞれ入力される。

【 0 0 4 7 】

かかる構成の光受信装置では、各光受信モジュール 1 0 - 1 ~ 1 0 - N において、それぞれ、B H z の電気クロックの抽出と、各々に対応する B b / s の信号光の時分割分離とが行われる。これにより、光受信モジュール 1 0 - 1 では $N \times B b / s$ の時分割多重信号光に含まれる 1 番の信号光が受信され、光受信モジュール 1 0 - 2 では 2 番の信号光が受信され、以降同様にして、光受信モジュール 1 0 - N では N 番の信号光が受信されるようになる。

【 0 0 4 8 】

このように、本実施形態の光受信装置によれば、 $N \times B b / s$ の時分割多重信号光に含まれる 1 番から N 番までの各信号光の時分割分離を並列的に処理することが可能になる。

次に、本発明による光受信装置のさらに別の実施形態について説明する。

図 1 2 は、本発明による光受信装置の別の実施形態の概略構成を示すブロック図である。

【 0 0 4 9 】

図 1 2 において、本光受信装置は、前述の図 1 1 に示した光受信装置について、各光受信モジュール 1 0 - 1 ~ 1 0 - N にそれぞれ設けていたクロック抽出用ユニットを共通化することにより装置構成の簡略化を図るようにした応用例である。具体的には、 $N \times B b / s$ の時分割多重信号光を光カプラ 1 2 で 2 分岐して、一方の分岐光を共通化された 1 つのクロック抽出用ユニット 1 0 A に送り、他方の分岐光を前述した光分岐器 1 1 に送ってさらに N 分岐して N 個の信号光受信ユニット 1 0 B - 1 ~ 1 0 B - N にそれぞれ送る。各信号光受信ユニット 1 0 B - 1 ~ 1 0 B - N には、クロック抽出用ユニット 1 0 A で抽出された B H z の電気クロックがそれぞれ与えられていて、その電気クロックの位相および電圧振幅が各々のユニットにおいてそれぞれ調整される。

【 0 0 5 0 】

上記のような光受信装置によれば、前述の図 1 1 に示した実施形態の場合と同様にして、 $N \times B b / s$ の時分割多重信号光に含まれる 1 番から N 番までの各信号光の時分割分離を並列的に処理することが可能になる。また、クロック抽出用

ユニットを共通化したことによって、装置構成をより簡略なものにできると共に、各信号光の時分割分離の処理をより安定に行うことが可能になる。

【0051】

次に、前述したような本発明による光受信装置を用いた時分割多重光伝送システムについて説明する。

図13は、本発明による光伝送システムの一実施形態の概略構成を示すブロック図である。

図13において、本光伝送システムは、例えば、 Bb/s の信号光が多重度 N で時分割多重された $N \times Bb/s$ の時分割多重信号光を発生して光伝送路22に送信する光送信装置21と、光伝送路22上に配置された複数の光中継器23を介して中継伝送される $N \times Bb/s$ の時分割多重信号光を受信する光受信装置24とを備えたシステムについて、光受信装置24として本発明による光受信装置を適用したものである。ここでは、前述の図12に示したクロック抽出用ユニットを共通化した構成を光受信装置24に適用した一例が示してある。ただし、本発明の光伝送システムは、前述の図10や図11に示した構成を光受信装置24に適用することも可能である。

【0052】

上記のように本発明を適用した光受信装置24を用いて構成した光伝送システムによれば、多数の信号光を時分割多重して伝送する超高速のシステムを容易に実現することが可能になる。

なお、図13のシステム構成例では、光伝送路22上に複数の光中継器23が配置され時分割多重信号光が中継伝送される場合を示したが、本発明の光伝送システムは上記の一例に限定されるものではなく、例えば、光送信装置21から光中継器を介することなく光受信装置24に時分割多重信号光が伝送されるようにしてもよい。

【0053】

次に、本発明の光伝送システムの他の実施形態について説明する。ここでは、上述の図1に示したような本発明による分離装置を光3R再生器で用いる光クロックを生成するための手段として利用した応用例について説明する。

図 1 4 は、上記の応用例による光伝送システムの概略構成を示すブロック図である。

【 0 0 5 4 】

図 1 4 において、本光伝送システムは、例えば、 Bb/s の信号光が多重度 N で時分割多重された $N \times Bb/s$ の時分割多重信号光が光送信装置 2 1 から光伝送路 2 2 に送信され、光伝送路 2 2 上に配置された複数の光中継器 2 3 を介して光受信装置 2 4 まで中継伝送されるシステム構成について、光伝送路 2 2 上の所要の位置に光 3 R 再生器 3 1 が配置されていて、その光 3 R 再生器 3 1 で用いる光クロックを生成する発光器 3 2 に与える電気クロックを得るための手段として、上述の図 1 に示した構成と同様の分離装置 3 3 を適用したものである。この分離装置 3 3 には、光 3 R 再生器 3 1 の前段の光伝送路 2 2 上に挿入した光カプラ 3 4 によって分岐された $N \times Bb/s$ の時分割多重信号光が入力される。

【 0 0 5 5 】

分離装置 3 3 では、上述した分離装置の実施形態の場合と同様にして、MZ 光変調器 1 が $2 \times BHz$ の光ゲートとして動作し、光変調器 2 が BHz の光ゲートとして動作して、光カプラ 3 4 で分岐された $N \times Bb/s$ の時分割多重信号光が各々の光ゲートを透過することにより Bb/s の信号光が時分割分離され、その Bb/s の信号光が受光器 3 および BPF 4 を介して各駆動回路 5, 6 に帰還されることにより BHz の電気クロックが安定して抽出される。そして、分離装置 3 3 で抽出された BHz の電気クロックが発光器 3 2 に入力されることで BHz の光クロックが生成され、その光クロックが光 3 R 再生器 3 1 に与えられる。光 3 R 再生器 3 1 では、光カプラ 3 4 を通った $N \times Bb/s$ の時分割多重信号光が、発光器 3 2 からの BHz の光クロックに従って、光の状態のままで等化増幅 (Reshaping)、タイミング抽出 (Retiming) および識別再生 (Regenerating) のいわゆる 3 R 処理を施されて、後段の光伝送路に出力される。

【 0 0 5 6 】

上記のように分離装置 3 3 で抽出した電気クロックを光 3 R 再生器 3 1 で用いられる光クロックの生成に利用するようにしたことで、 $N \times Bb/s$ の時分割多重信号光に含まれる Bb/s の信号光と同じ伝送速度で、かつ、その信号光に同

期した光クロックを簡単に生成することができる。これにより、光送信装置および光受信装置の間で超高速の時分割多重信号光を光 3 R 再生を行いながら中継伝送するシステムを容易に実現することが可能になる。

【0057】

以上、本明細書で開示した主な発明について以下にまとめる。

【0058】

(付記 1) 複数の信号光を時間軸上で多重した時分割多重信号光が入力され、該時分割多重信号光を、前記信号光のビットレートの n 倍 (n は 1 を除く正の整数とする) の繰り返し周波数に従って透過率が周期的に変化する第 1 光ゲート部と、該第 1 光ゲート部に直列に接続され前記信号光のビットレートに等しい繰り返し周波数に従って透過率が周期的に変化する第 2 光ゲート部とにそれぞれ導くことにより、当該時分割多重信号光に含まれる少なくとも 1 つの信号光を時間軸上で分離する分離装置であって、

前記第 1 光ゲート部は、駆動電圧に対する光透過特性が周期的に変化する第 1 光変調器と、前記信号光のビットレートに等しい繰り返し周波数を有し、かつ、前記第 1 光変調器の周期的な光透過特性における $n/2$ 周期の電圧差に対応した電圧振幅を有する駆動信号を前記第 1 光変調器に与える第 1 駆動回路とを備えたことを特徴とする時分割多重信号光の分離装置。

【0059】

(付記 2) 付記 1 に記載の分離装置であって、

前記第 1 光変調器は、マッハツェンダ型光変調器であることを特徴とする時分割多重信号光の分離装置。

【0060】

(付記 3) 付記 2 に記載の分離装置であって、

前記マッハツェンダ型光変調器は、ニオブ酸リチウムを材料とした基板を用いて構成されたことを特徴とする時分割多重信号光の分離装置。

【0061】

(付記 4) 付記 3 に記載の分離装置であって、

前記マッハツェンダ型光変調器に入力される時分割多重信号光の偏光状態を一

定に制御する偏光制御部を備えたことを特徴とする時分割多重信号光の分離装置。

【 0 0 6 2 】

（付記 5） 付記 2 に記載の分離装置であって、

前記マッハツェンダ型光変調器は、偏光無依存動作を可能にする材料を用いて構成されたことを特徴とする時分割多重信号光の分離装置。

【 0 0 6 3 】

（付記 6） 付記 5 に記載の分離装置であって、

前記マッハツェンダ型光変調器は、インジウム燐を材料とした基板を用いて構成されたことを特徴とする時分割多重信号光の分離装置。

【 0 0 6 4 】

（付記 7） 付記 1 に記載の分離装置であって、

前記第 1 駆動回路は、前記第 1 光ゲート部および前記第 2 光ゲート部を透過した信号光を基に抽出された該信号光のビットレートに等しい繰り返し周波数を有する電気クロックの位相および電圧振幅を調整して前記第 1 光変調器に与える駆動信号を生成することを特徴とする時分割多重信号光の分離装置。

【 0 0 6 5 】

（付記 8） 付記 1 に記載の分離装置であって、

前記第 2 光ゲート部は、駆動電圧に対して光透過特性が変化する第 2 光変調器と、前記信号光のビットレートに等しい繰り返し周波数を有する駆動信号を前記第 2 光変調器に与える第 2 駆動回路とを備えたことを特徴とする時分割多重信号光の分離装置。

【 0 0 6 6 】

（付記 9） 付記 8 に記載の分離装置であって、

前記第 2 光変調器は、電界吸収型光変調器であることを特徴とする時分割多重信号光の分離装置。

【 0 0 6 7 】

（付記 1 0） 付記 8 に記載の分離装置であって、

前記第 2 光変調器は、マッハツェンダ型光変調器であり、

前記第 2 駆動回路は、前記第 2 光変調器の周期的な光透過特性における $1/2$ 周期の電圧差に対応した電圧振幅を有する駆動信号を前記第 2 光変調器に与えることを特徴とする時分割多重信号光の分離装置。

【0068】

(付記 11) 付記 8 に記載の分離装置であって、

前記第 2 駆動回路は、前記第 1 光ゲート部および前記第 2 光ゲート部を透過した信号光を基に抽出された該信号光のビットレートに等しい繰り返し周波数を有する電気クロックの位相および電圧振幅を調整して前記第 2 光変調器に与える駆動信号を生成することを特徴とする時分割多重信号光の分離装置。

【0069】

(付記 12) 複数の信号光を時間軸上で多重した時分割多重信号光が入力され、該時分割多重信号光を基に前記信号光のビットレートに等しい繰り返し周波数のクロックを抽出するクロック抽出用ユニットと、前記時分割多重信号光に含まれる各信号光を時間軸上で分離して受信処理する信号光受信用ユニットと、を備えた光受信装置であって、

前記クロック抽出用ユニットおよび前記信号光受信用ユニットの少なくとも一方が、付記 1 に記載した時分割多重信号光の分離装置を含むことを特徴とする光受信装置。

【0070】

(付記 13) 付記 12 に記載の光受信装置であって、

前記クロック抽出用ユニットおよび前記信号光受信用ユニットは、時分割多重信号光に含まれる複数の信号光ごとにそれぞれ設けられることを特徴とする光受信装置。

【0071】

(付記 14) 付記 13 に記載の光受信装置であって、

前記クロック抽出用ユニットは、時分割多重信号光に含まれる 2 以上の信号光について共通化したことを特徴とする光受信装置。

【0072】

(付記 15) 複数の信号光を時間軸上で多重した時分割多重信号光が光送信

装置から光伝送路に送信され、該光伝送路を介して伝送される時分割多重信号光が、付記 1 2 に記載した光受信装置により受信されることを特徴とする光伝送システム。

【 0 0 7 3 】

（付記 1 6） 複数の信号光を時間軸上で多重した時分割多重信号光を光送信装置から光伝送路に送信し、該光伝送路上に配置された複数の光中継器を介して光受信装置まで中継伝送する光伝送システムであって、

前記時分割多重信号光に含まれる信号光に同期した光クロックを用いて、前記光伝送路を伝搬する時分割多重信号光の光再生処理を実行する光再生器を備え、該光再生器に与えられる光クロックが、付記 1 に記載の分離装置により時分割多重信号光から抽出されたクロックに基づいて生成されることを特徴とする光伝送システム。

【 0 0 7 4 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明による時分割多重信号光の分離装置によれば、駆動電圧に対する光透過特性が周期的に変化する第 1 光変調器が、信号光のビットレートに等しい繰り返し周波数を有し、かつ、上記周期的な光透過特性における $n/2$ 周期の電圧差に対応した電圧振幅を有する駆動信号により駆動されるようにしたことで、第 1 光ゲート部が、信号光のビットレートと同じ繰り返し周波数のクロックを逡倍する必要なく、信号光のビットレートの n 倍の繰り返し周波数に従ってスイッチ動作するようになるため、電気帯域制限を上回る高速の時分割多重信号光を時分割分離することができる。これにより、超高速の時分割多重信号光に対応した分離装置の構成の簡略化および低コスト化を図ることが可能になる。

【 0 0 7 5 】

また、このような時分割多重信号光の分離装置を用いて光受信装置や光伝送システムを構成することにより、超高速の時分割多重信号光の伝送を比較的容易に実現することが可能となり、超高速信号光を用いた通信システム等の研究および開発を加速することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明にかかる時分割多重信号光の分離装置についての一実施形態の構成を示すブロック図である。

【図 2】上記の実施形態で光ゲートとして用いられる MZ 光変調器の光透過特性を示す図である。

【図 3】上記の実施形態で光ゲートとして用いられる EA 変調器の光透過特性を示す図である。

【図 4】上記の実施形態について MZ 光変調器を V_{π} の電圧振幅で駆動したときの光ゲート特性の一例を示す図である。

【図 5】上記の実施形態について MZ 光変調器を $2 \times V_{\pi}$ の電圧振幅で駆動したときの光ゲート特性の一例を示す図である。

【図 6】上記の実施形態について 1 番の信号光を時分割分離するときの動作を説明するための図である。

【図 7】上記の実施形態について駆動信号の位相を調整する移相器の配置例を列挙した図である。

【図 8】上記の実施形態に関連して、信号光のビットレートの 3 倍の繰り返し周波数で MZ 光変調器を動作させる場合の一例を示す図である。

【図 9】図 8 の場合について、1 番の信号光を時分割分離するときの一例を示す図である。

【図 10】本発明による光受信装置の一実施形態の概略構成を示すブロック図である。

【図 11】本発明による光受信装置の他の実施形態の概略構成を示すブロック図である。

【図 12】本発明による光受信装置の別の実施形態の概略構成を示すブロック図である。

【図 13】本発明による光伝送システムの一実施形態の概略構成を示すブロック図である。

【図 14】本発明による光伝送システムの他の実施形態の概略構成を示すブロック図である。

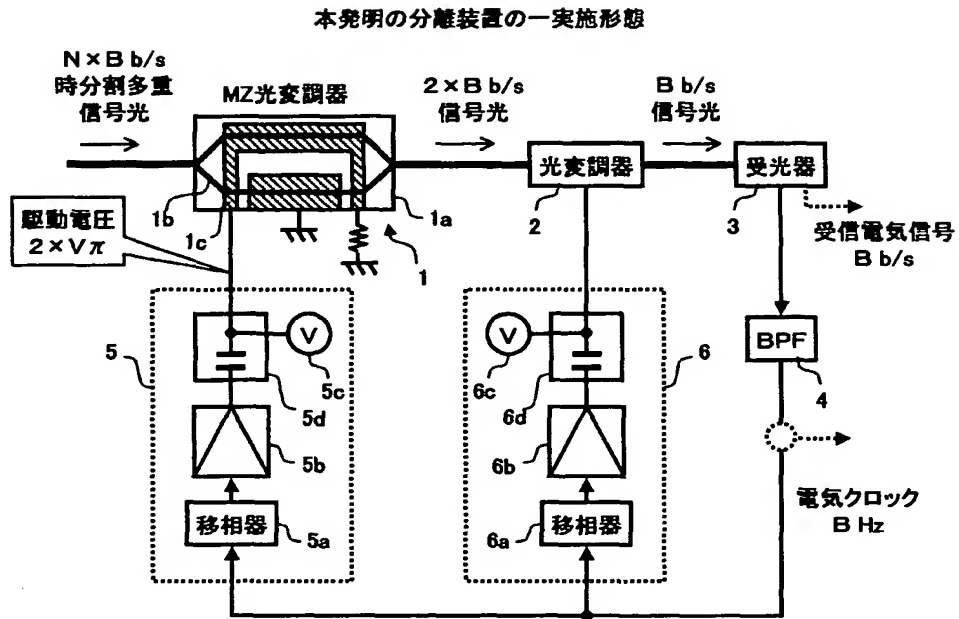
【図 1 5】従来の時分割多重信号光の分離装置の構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

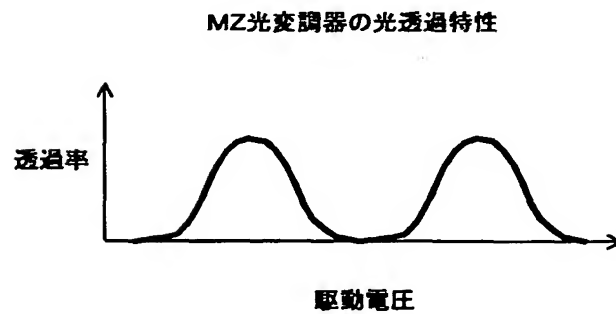
- 1 MZ 光変調器（第 1 光ゲート）
- 2 光変調器（第 2 光ゲート）
- 3 受光器
- 4 バンドパスフィルタ（B P F）
- 5, 6 駆動回路
- 8, 1 2, 3 4 光カプラ
- 1 0 A クロック抽出用ユニット
- 1 0 B 信号光受信用ユニット
- 1 1 光分岐器
- 2 1 光送信装置
- 2 2 光伝送路
- 2 4 光受信装置
- 3 1 光 3 R 再生器
- 3 2 発光器
- 3 3 分離装置

【書類名】 図面

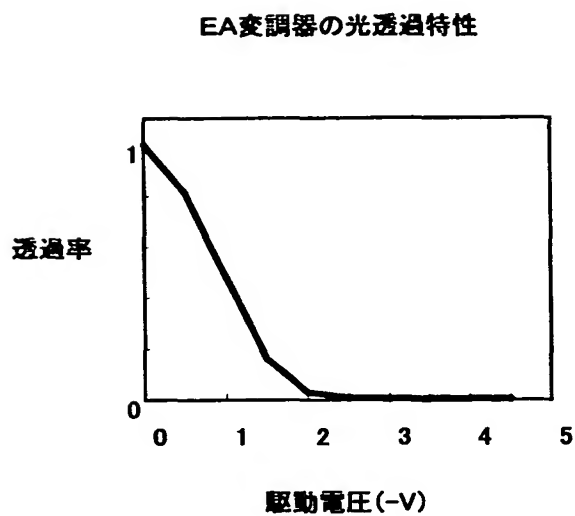
【図 1】



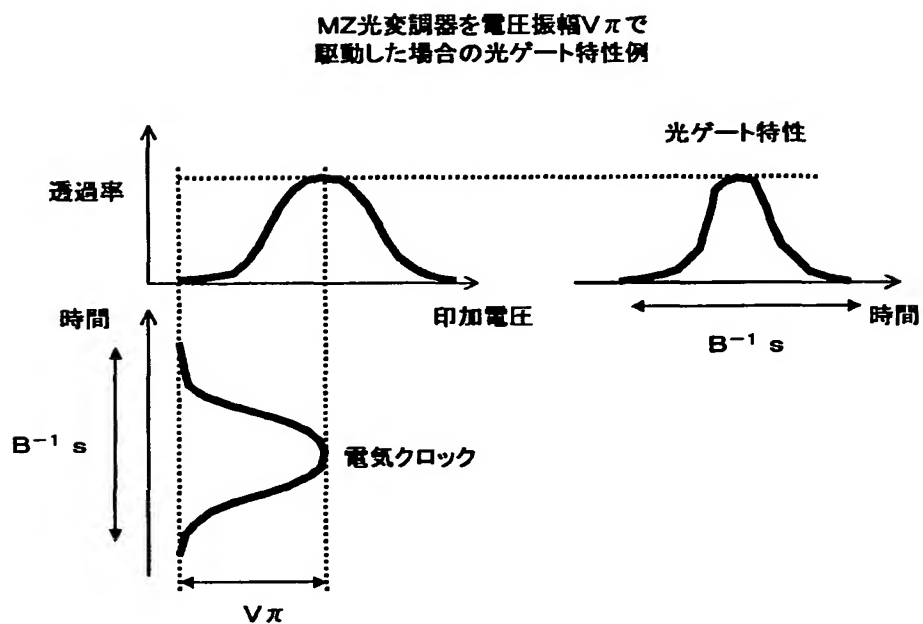
【図 2】



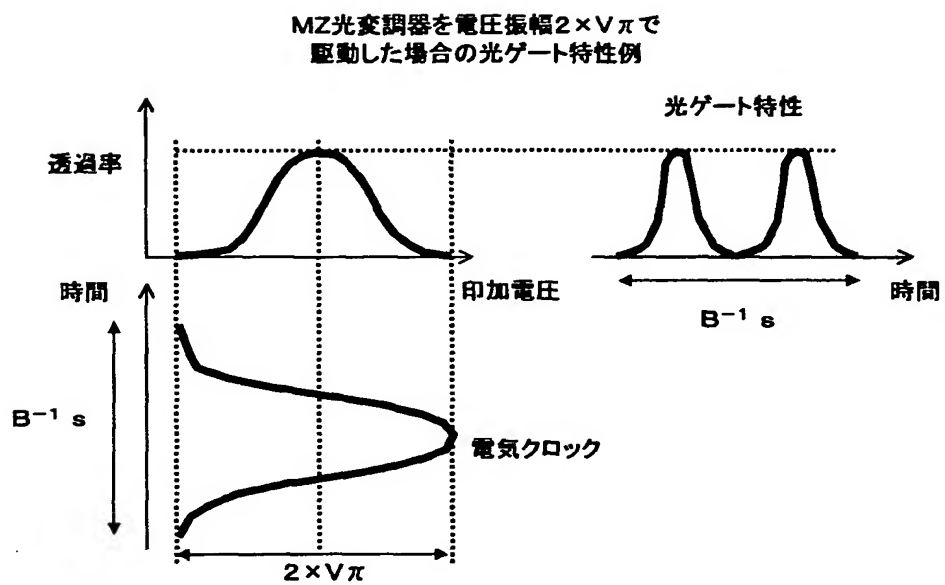
【図 3】



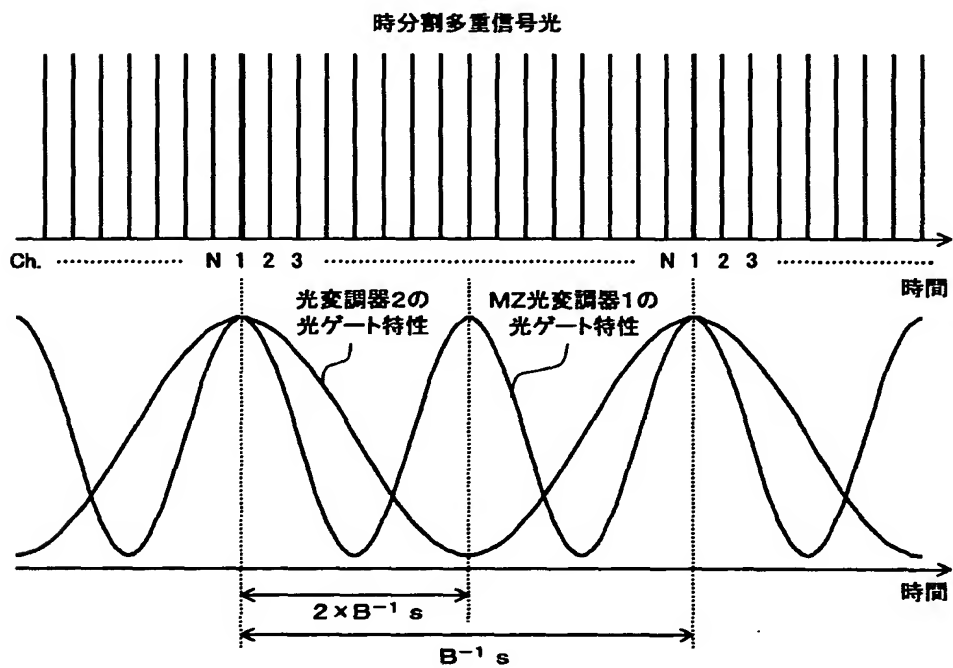
【図 4】



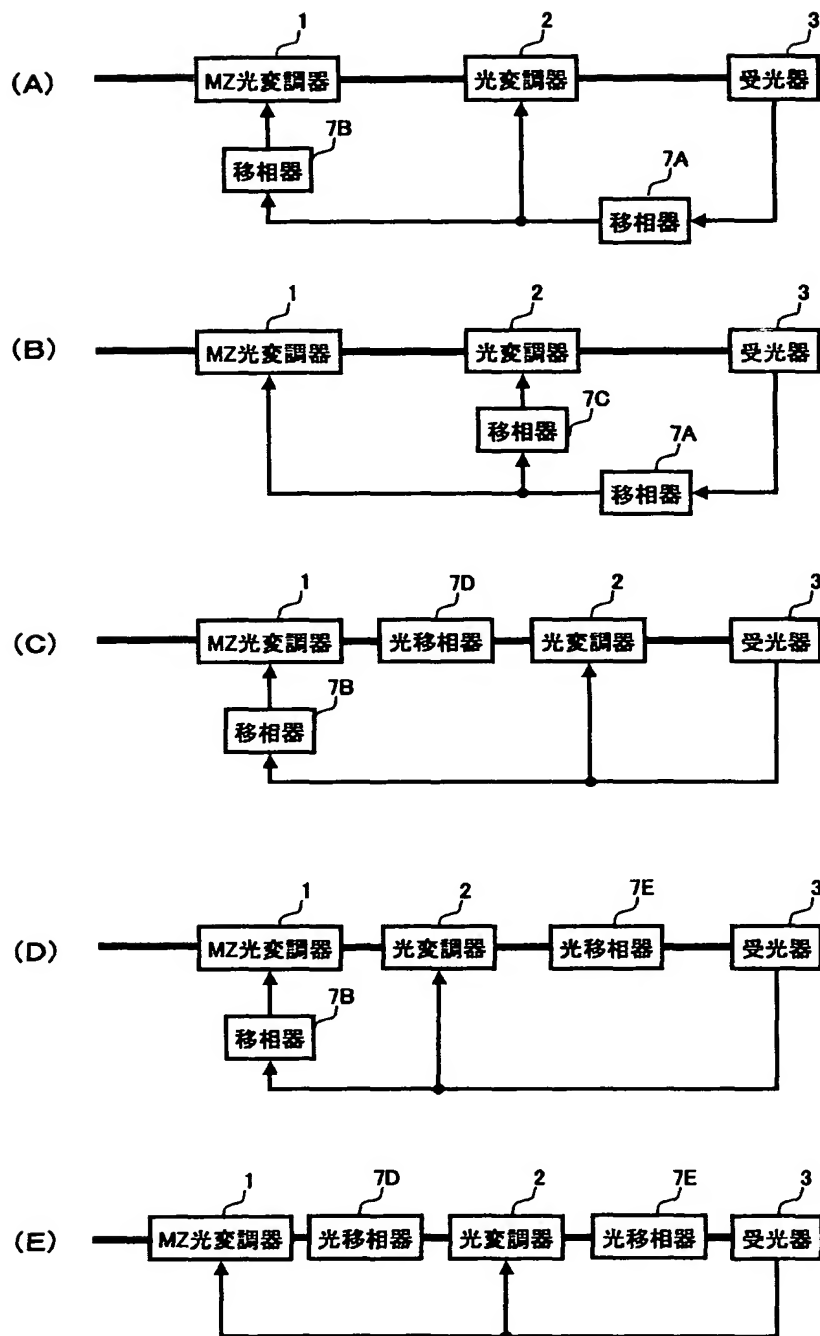
【図 5】



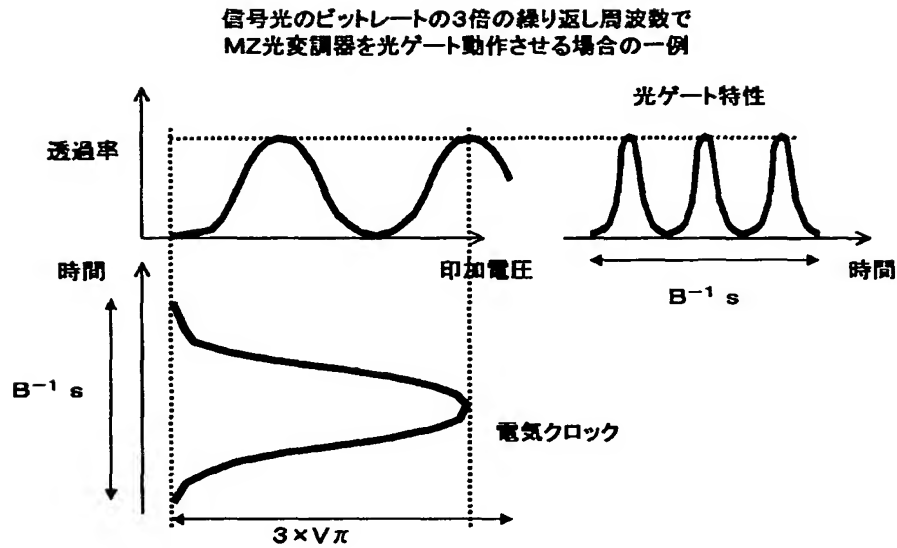
【図 6】



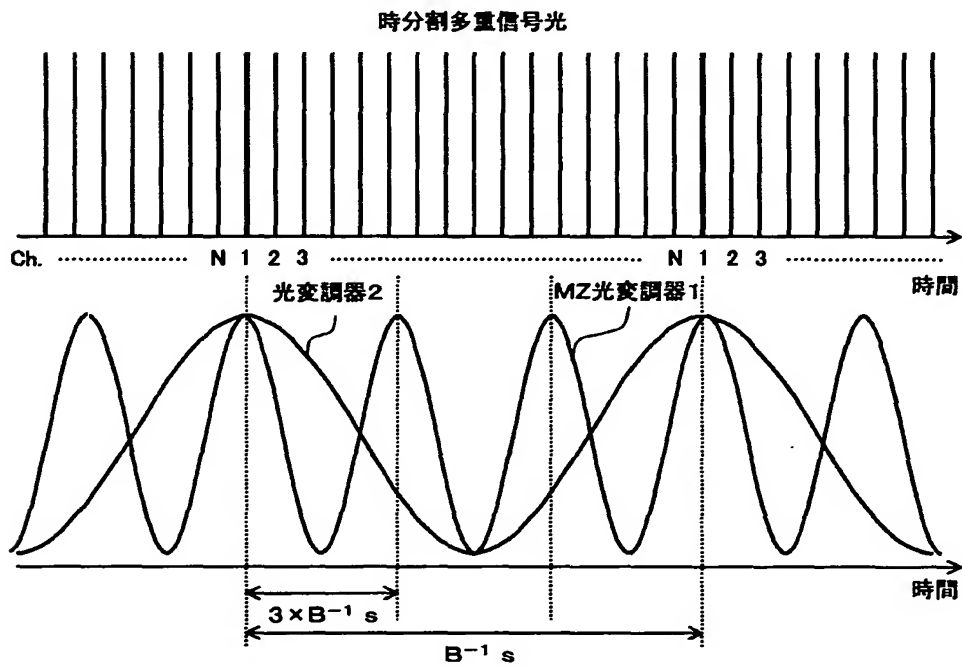
【図 7】



【図 8】

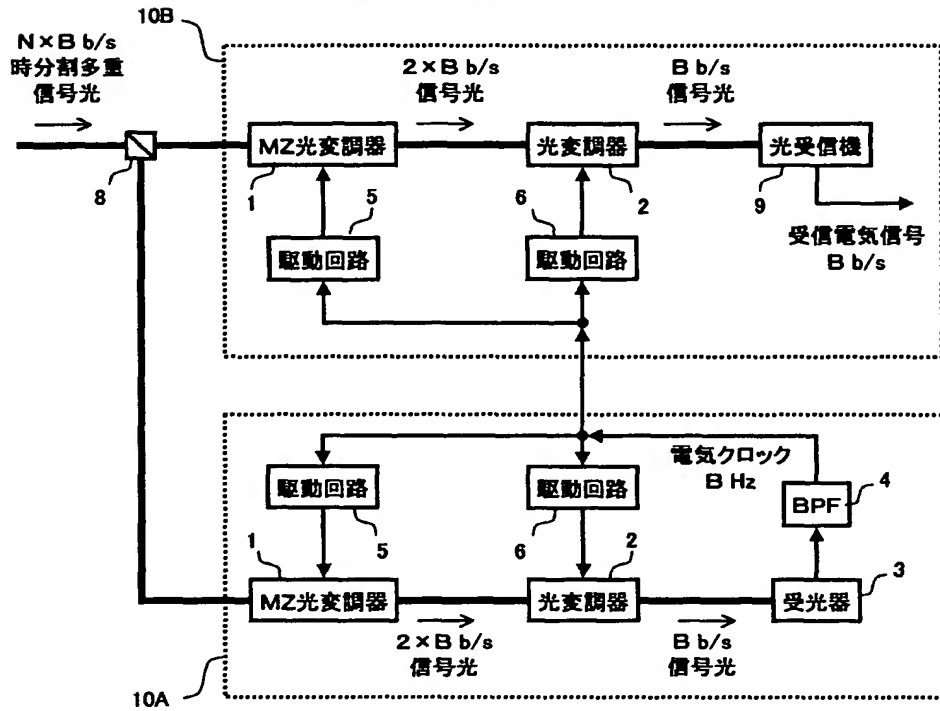


【図 9】

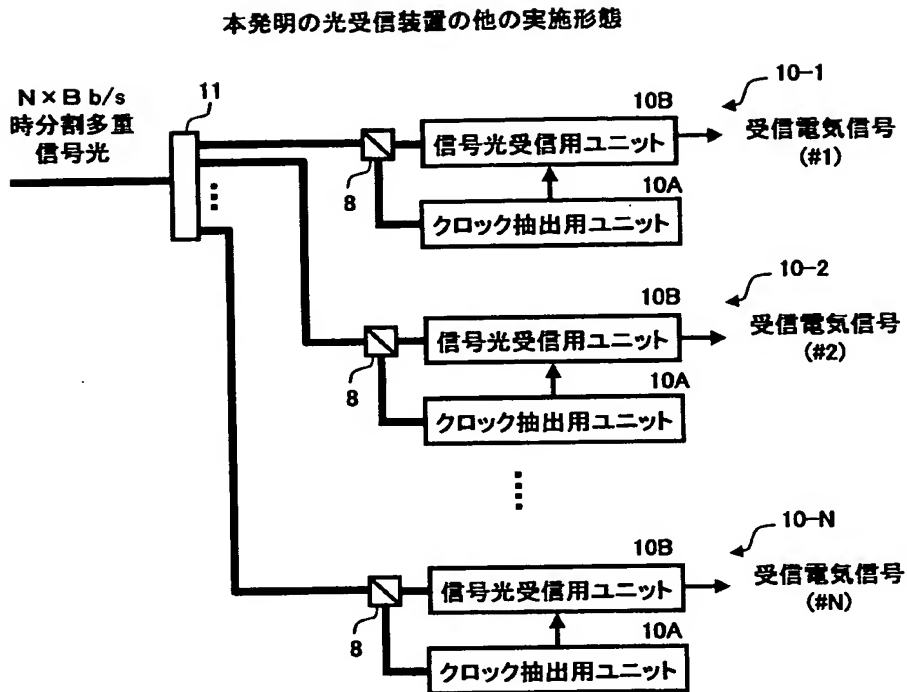


【図 10】

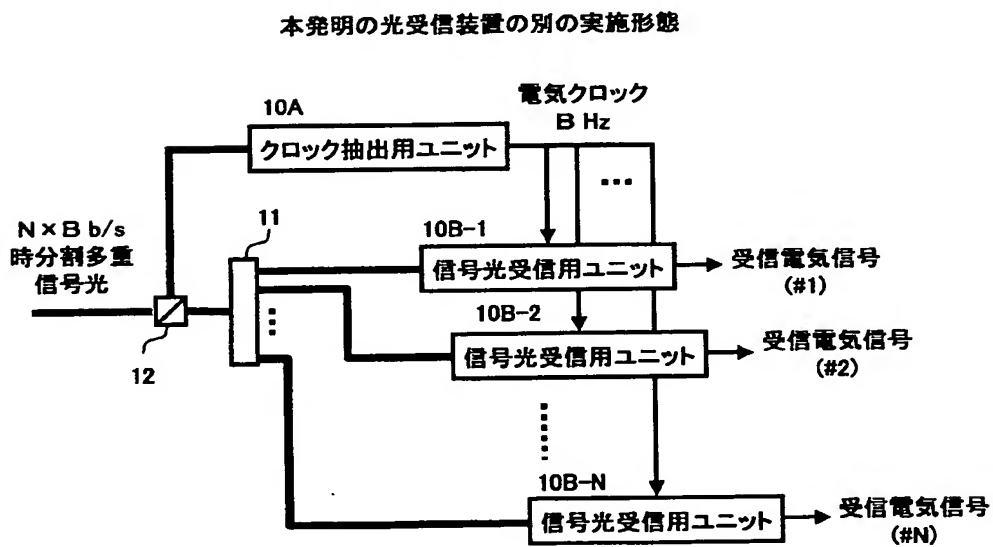
本発明の光受信装置の一実施形態



【図 1 1】

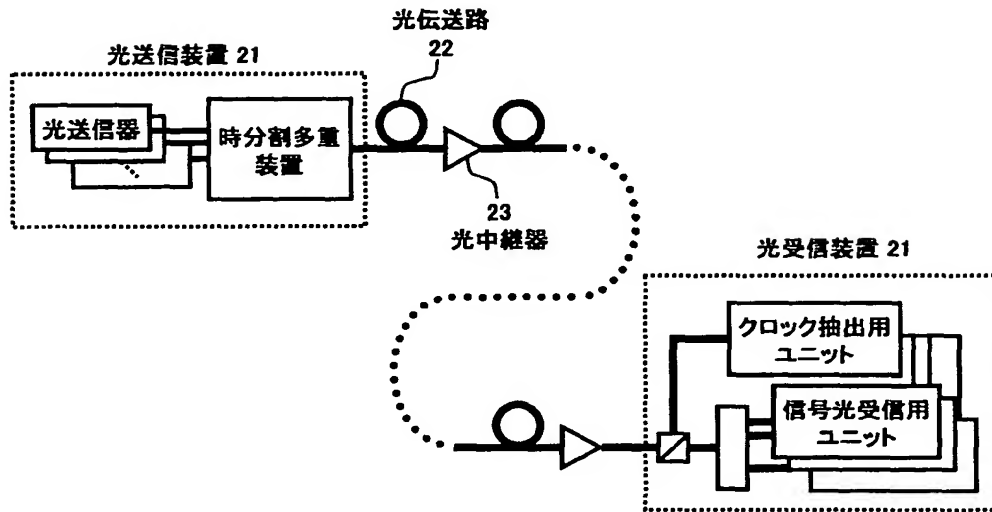


【図 1 2】



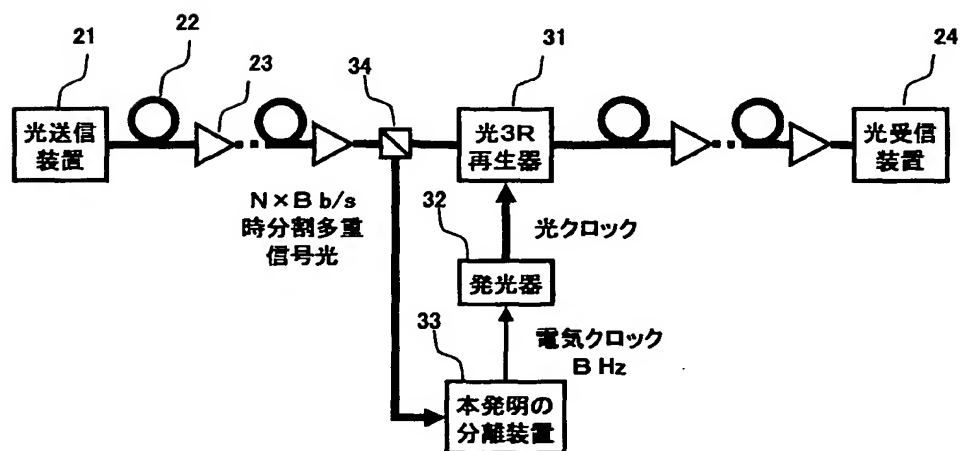
【図 13】

本発明の光伝送システムの一実施形態



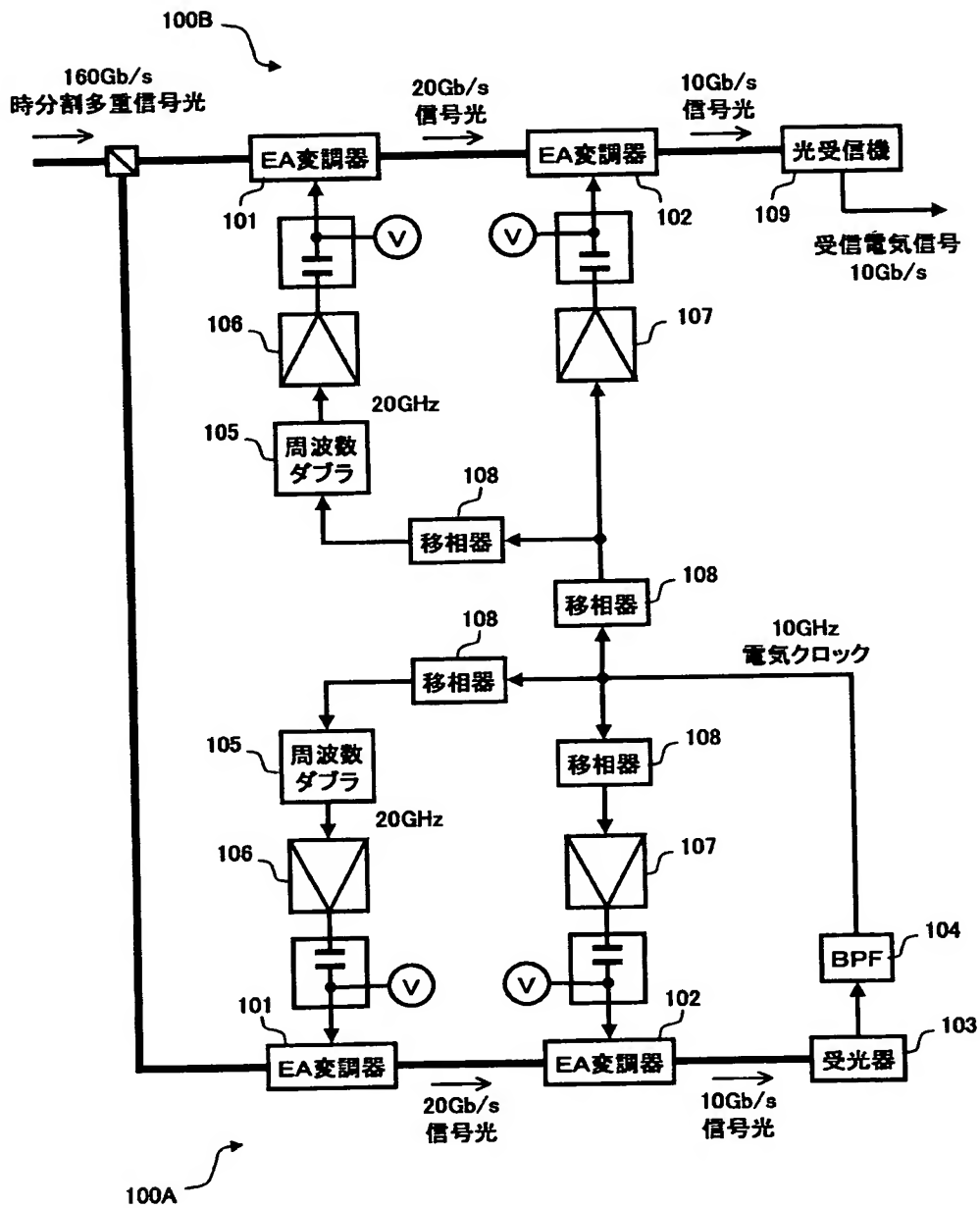
【図 14】

本発明の光伝送システムの他の実施形態



【図 15】

従来の時分割多重信号光の分離装置の一例



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 時分割多重信号光を光のまま安定に時分割分離することのできる簡易な構成の分離装置を提供する。

【解決手段】 本発明による時分割多重信号光の分離装置は、 Bb/s の信号光が多重度 N で時分割多重された $N \times Bb/s$ の時分割多重信号光が入力されるMZ変調器1と、MZ光変調器1を透過した信号光が入力される光変調器2と、光変調器2を透過した信号光を光電変換する受光器3と、受光器3で変換された電気信号から BHz のクロックを抽出するBPF4と、BPF4からの電気クロックを基にMZ光変調器1を $2 \times V\pi$ の電圧振幅で駆動して $2 \times BHz$ の光ゲートとして動作させる駆動回路5と、BPF4からの電気クロックを基に光変調器2を駆動して BHz の光ゲートとして動作させる駆動回路6と、を備える。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1. 変更年月日	1 9 9 6 年 3 月 2 6 日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号
氏 名	富士通株式会社